10.22092/sppi.2022.359639.1266

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۷، شماره ۴، سال ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

ارزیابی فنولوژیکی و پومولوژیکی برخی ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب

Phenological and Pomological Evaluation of Some Apple Promising Genotypes

مریم دودانگه بالاخانی[۱]، سیما دامیار[۲]، سیامک کلانتری[۳] و داراب حسنی[۴]

۱- کارشناس پژوهش، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- محقق، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۴- دانشیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، کرج ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۱۲/۰۱

چکیده

دودانگه بالاخانی، م.، دامیار، س.، کلانتری، س. و حسنی، د. ۱۴۰۰. ارزیابی فنولوژیکی و پومولوژیکی برخی ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب. **مجله نهال و بذر ۳۷:** ۴۸۸-۴۷۱.

در طی دو دهه گذشته ذخایر ژنتیکی با ارزشی از سیب جمع آوری و در کلکسیون سیب بومی کشور در کرج کشت و نگهداری می شود. در این پژوهش خصوصیات فنولوژیکی و پومولوژیکی ۱۵ ژنوتیپ امید بخش سیب گزینش شده در مقایسه با دو رقم گالا و گلدن دلیشز به عنوان شاهد در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر در کرج مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. تنوع قابل توجهی از نظر صفات فنولوژیکی و مرفولوژیکی در میان ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. ژنوتیپ‌های T-R1 و SH-R زودگل ترین و ژنوتیپ B-K-KH دیرگل ترین بودند. گروه هایی از ژنوتیپ‌ها دارای هم پوشانی از نظر زمان گلدهی بودند و در نتیجه ژنوتیپ ها از این نظر به زودگل، میان گل و دیرگل تقسیم بندی شدند. از نظر میزان ریزش میوه قبل از برداشت، ژنوتیپT5 کمترین میزان ریزش و ژنوتیپ KH-1 دارای بیشترین ریزش بود. ژنوتیپ SSB بیشترین طول میوه، قطر میوه، وزن میوه و همچنین سفتی گوشت میوه و ژنوتیپ GO-N3 کمترین مقدار این صفات را داشتند. ژنوتیپ M-N10 از نظر عطر، طعم و بافت میوه و قابلیت پذیرش کلی برتر بود. شیرین‌ترین میوه مربوط به رقم"گلدن دلیشز" و ترش‌ترین میوه مربوط به ژنوتیپ T5 بود. ژنوتیپ H1-SH به همراه GO-N3 زودرس ترین ژنوتیپ ها بودند. با توجه به نتایج این پژوهش، ژنوتیپ های M-N10، M-N8 و H1-SH از لحاظ مطلوبیت کلی خصوصیات پومولوژیکی و حسی برتر از سایر ژنوتیپ ها بودند. در نهایت از میان ژنوتیپ های امیدبخش سیب مورد بررسی و ارزیابی ژنوتیپ های M-N10، M-N8 و H1-SH به عنوان ارقام جدید سیب زودرس و میان رس به ترتیب با نام های نیما، زاگرس و شمین در سال ۱۴۰۰معرفی شدند.

واژه های کلیدی: سیب،گلدهی، زودگل، ریزش میوه، ارقام زودرس و ارقام میان رس

نگارنده مسئول: hassanida@gmail.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

سیب با نام علمی (*Malus domestica* یا *Malus pumila* Mill.) از خانواده رزاسه (Rosaceae) و زیر خانواده Pomoideae، جنس *Malus* و از گروه میوه های دانه دار می باشد که در اکثر مناطق سرد و معتدل دنیاکشت و کار می شود. بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی، میزان تولید سیب در دنیا بیش از ۸۶ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ بودکه ایران با تولید بالغ بر چهار میلیون تن حدود پنج درصد سیب جهانی را تولید کرد (FAO, 2022) .

شرایط مناسب اقلیمی ایران باعث شده است تا ژرم پلاسم سیب در کشور از تنوع ژنتیکی بسیار بالایی برخوردار باشد، اگر چه این تنوع به سرعت در حال فرسایش است. ارزیابی ژرم‌پلاسم معمولاً با مطالعه صفات مهم رویشی و زایشی و گزینش و ارزیابی تکمیلی ژنوتیپ‌ها و ارقام امید بخش ادامه می یابد. این منابع در صورت برخورداری از صفات/ ژن‌های مطلوب می‌توانند به عنوان رقم جدید معرفی یا به عنوان والدین در برنامه‌های به نژادی مورد استفاده قرار گیرند (Damyar *et al.*, 2021). اگرچه ارزیابی جمعیت‌های اصلاحی در گذشته بیشتر مبتنی بر روش های به نژادی کلاسیک بوده است، اما امروزه روش‌های به نژادی نوین نیز جایگاه مهمی در کوتاه کردن دوره های برنامه های به نژادی و افزایش بازده این برنامه ها شده است، به طوری که با استفاده از این روش ها، خصوصیات مطلوب سریعتر تشخیص داده می شود و با سرعت و کارایی بیشتری می توانند در ارقام اصلاح شده تجمیع شوند (Janick *et al.*, 1996). با این وجود هنوز روش های به نژادی کلاسیک جایگاه خود را در برنامه های به نژادی حفظ کرده اند.

باهدف غنی تر کردن ژرم پلاسم در برنامه به نژادی سیب در ایران، جمع آوری و ارزیابی ژرم‌پلاسم سیب کشور، با شناسایی و جمع آوری بالغ بر ۳۵۰ ژنوتیپ انجام شد (Alizadeh *et al.*, 2012; Damyar *et al.*, 2018). این ژنوتیپ ها به کلکسیون قبلی سیب با بیش از ۳۷۰ رقم اضافه شدند. در یک بررسی بر روی ۱۰۸ رقم و ژنوتیپ موجود در بخشی از کلکسیون قبلی سیب، مطالعه تنوع ژنتیکی مهمترین صفات رویشی و زایشی بر روی آنها انجام شد (Hajnajari *et al.*, 2011). در این بررسی کوتاه ترین دوره گلدهی مربوط به ژنوتیپ IRI4 با چهار روز گلدهی، و بلندترین دوره گلدهی مربوط به رقم دیررس مشهد با ۳۸ روز بود. زودرس‌ترین ژنوتیپ قندک کاشان با زمان رسیدن در نیمه ی اول خرداد و دیررس ترین رقم "گرانی اسمیت" با زمان رسیدن نیمه ی دوم آبان بود.

با هدف دستیابی به ارقام جدید سیب یا بهره‌گیری از پتانسیل ژنوتیپ‌های جمع آوری شده، مطالعات متعددی در سایر کشورها صورت گرفته است (Danková *et al.*, 2021; Ikase and Rubauskis, 2020; Mariano *et al.*, 2019; Redalen, 1987). بررسی شاخص‌های کیفیت میوه مثل رنگ، طعم، مزه و بافت میوه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و در مطالعات

متعددی به آنها پرداخته شده است (Damyar *et al.*, 2021; Farrokhi *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2019; Nie *et al.*, 2013; Roberts and Spadafora, 2020). ارزیابی وراثت پذیری و برآورد پارامترهای ژنتیکی نیز از اهمیت زیادی برخوردار می باشد و برای صفات متعددی همانند زمان گلدهی، زمان رسیدن میوه و خصوصیات پومولوژیکی و پس از برداشت میوه در پژوهش ها مورد توجه قرار گرفته است (Blažek *et al.*, 2015; Hajnajari *et al.*, 2012; Iwanami *et al.*, 2008; Tancred *et al.*, 1995).

دستیابی به ارقام تابستانه با اندازه میوه مطلوب، بافت مناسب و قابلیت انبارمانی بالا از اهداف مهم به نژادی سیب به شمار می رود. با توجه به تمرکز تولید بر ارقام پاییزه، امروزه در بسیاری از مناطق جهان برنامه های به نژادی سیب متمرکز بر تولید ارقام زوردس و میان رس می باشد تا افزایش دوره عرضه میوه به بازار تنظیم و مدیریت شود (Atashkar *et al.*, 2021; Hajnajari *et al.*, 2019; Janick *et al.*, 1996; Sun *et al.*, 2022; Zhao *et al.*, 2018). تولید ارقام زودرس و میان رس در ایران نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. بر اساس برآوردهای دفتر امور میوه های سردسیری و خشک معاونت امور باغبانی از حدود چهار میلیون تن محصول سیب تولیدی درکشور، بیش از ۸۵ درصد پاییزه است که با توجه به مقدار بالای تولید در مدت زمان کوتاه، مشکلات زیادی را برای باغداران و کشور ایجاد می نماید. بنابراین ضروری است ارقام زودرس و میان رس در بازه زمانی خرداد تا پایان شهریور تولید و در دسترس باغداران قرار گیرد (Ahmadi *et al.*, 2020).

هدف از این پژوهش، بررسی خصوصیات فنولوژیکی و پومولوژیکی ۱۵ ژنوتیپ امید بخش سیب و مقایسه آنها با دو رقم سیب تجاری گالا و گلدن دلیشز به عنوان شاهد برای شناسایی و معرفی ارقام زوردس و میان رس سیب به باغداران کشور بود.

مواد و روش‌ها

ارزیابی های فنولوژیکی و نمونه‌برداری‌های میدانی از درختان هشت ساله کلکسیون سیب بومی ایستگاه تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی واقع در کمال‌شهر با طول جغرافیایی ´۸۵ ˚۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ´۸۳ ˚۳۵ شمالی و ارتفاع ۱۲۶۰متر از سطح دریا با حداقل دمای سالیانه ۱۶/۶- و حداکثر ۴۱/۸ درجه سانتیگراد و بافت خاکی رسی لومی انجام شد. بافت خاک در منطقه متوسط تا سنگین و آهکی با pH بین ۷/۵ تا ۸ می باشد. نمونه‌برداری‌ها و انجام آزمایشات از اوایل فروردین ۱۳۹۱با شروع گل‌دهی ارقام و ژنوتیپ‌ها آغاز و در سال ۱۳۹۲ پس از برداشت میوه‌ها و انجام ارزیابی‌ها به پایان رسید. آزمایش های میوه‌شناسی و شیمیایی در آزمایشگاه پس از برداشت پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری انجام شد.

مواد گیاهی

پانزده ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش از پروژه شناسایی و جمع آوری ژرم پلاسم سیب بومی ایران با بیش از ۳۵۰ ژنوتیپ

(کاشته شده بر روی پایه های بذری) انتخاب شدند. ژنوتیپ های گزینش شده شامل SSB، B-K-KH، SBA، T5، SH-R، M-N10، S-O-G، ME5، DO-P-SH، T-R1، M-N8، H1-SH، MD-N2، KH-1 وGO-N3 به همراه دو رقم تجاری "گالا" و "گلدندلیشز" به عنوان شاهد بودند.

نحوه برداشت میوه‌ها

برای هر ژنوتیپ و رقم سه درخت در نظر گرفته شد. برداشت میوه از چهار جهت مختلف درخت و از قسمت میانی تاج درخت در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی و بر اساس شاخص نشاسته صورت گرفت. سپس میوه‌های سالم و بدون علائم بیماری یا آثار زدگی انتخاب شدند و داخل پاکت هایی که برای همین منظور تهیه شده بود، قرار داده شدند و به سردخانه پژوهشکده میوه های معتدله و سرد سیری انتقال یافتند. میوه‌ها در زمان نگهداری در سردخانه با دمای صفر تا دو درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

صفات اندازه‌گیری شده و نحوه اندازه‌گیری آنها

جهت انجام ارزیابی های فنولوژیکی، از هر رقم سه درخت و روی هر درخت چهار شاخه در چهار جهت جغرافیایی با حداقل ۱۰۰ گل به صورت تصادفی انتخاب شدند. ارزیابی تعداد گل های جانبی و شاه گل شکوفا شده ، یک روز در میان انجام شد. همچنین در همان شاخه‌ها زمان خاتمه گلدهی، رسیدن میوه و تعداد میوه تشکیل شده یادداشت برداری گردید. زمان شروع گلدهی، میزان و درصد گل دهی و طول دوره آن بر اساس یادداشت برداری هر دو روز یکبار با شمارش تعداد گل های باز شده به صورت جداگانه برای گل های مرکزی (شاه گل) و گل های جانبی در شاخه های علامت گذاری شده انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده بر روی میوه (تعداد ۱۰ میوه در هر واحد آزمایشی) شامل: وزن میوه (با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم)، طول میوه و قطر میوه (با کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی متر) و سفتی بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع (با دستگاه پنترومتر دستی) بود. صفات مربوط به آزمون حسی از جمله عطر میوه، طعم میوه، شیرینی میوه، ترشی میوه، بافت میوه و قابلیت پذیرش کلی نیز با استفاده ازیک فرم نظر سنجی و یک گروه پانل ۱۰ نفره برآورد شدند.

تجزیه و تحلیل داده ها

در این پژوهش برای هر ژنوتیپ سه درخت در نظر گرفته شد و برداشت نمونه ها از هر درخت به صورت جداگانه در دو سال انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها، برآورد میانگین‌ها و اشتباه معیار آنها و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی طول دوره گلدهی و تعداد گل در سال های اول و دوم آزمایش نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر آغاز گلدهی و طول دوره گلدهی از تنوع زیادی برخوردار بودند. ژنوتیپ SH-R در سال اول زودگل‌ترین و ژنوتیپ‌های B-K-KH، SBA و T5 دیرگل‌ترین

ژنوتیپ‌ها بودند. از نظر طول دوره گلدهی ژنوتیپ B-K-KH با ۱۰ روز طولانی‌ترین دوره گلدهی را داشت (شکل ۱). نتایج حاصل از بررسی طول دوره گلدهی و تعداد گل در سال دوم نیز نشان داد که از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی و ارزیابی، ژنوتیپ‌های MD-N2 ،T-R1 ،SH-R ،DO-P-SH و KH-1 زودگل‌ترین و ژنوتیپ B-K-KH دیرگل‌ترین بود (شکل ۲).

ژنوتیپ Genotype	فروردین ۱۵ / 3	۱۷ / 5	۱۹ / 7	۲۱ / 9	۲۳ / 11	۲۵ / 13 (April)	۲۷ / 15	۲۹ / 17	۳۱ / 19	اردیبهشت ۲ / 21	۴ / 23
B-K-KH					0	20	27	43	86	100	
					0	50	57	73	100		
DO-P-SH			0	13	43	100					
			0	21	68	100					
GO-N3				0	10	68	100				
				0	17	100					
KH-1			0	60	80	100					
		0	33	44	100						
M-N10				0	58	83	98	100			
				0	100						
M-N8			0	8	87	100					
			0	60	100						
MD-N2			0	11	64	100					
			0	62	76	100					
S-O-G				0	10	87	100				
				0	100						
SBA					0	29	47	86	100		
				0	6	72	100				
SH-R		0	10	71	100						
		0	72	100							
SSB				0	40	90	100				
				0	50	100					
T-R1			0	18	100						
		0	8	100							
T5					0	78	89	100			
					0	100					

شکل ۱- دوره گلدهی و درصد گل‌های باز شده در ژنوتیپ‌های سیب در سال ۱۳۹۱ (نوار قرمز رنگ درصد باز شدن گل های جانبی و نوار سبز رنگ درصد باز شدن شاه گل را نشان می دهد. اعداد در هر نوار درصد گلدهی تجمعی در آن تاریخ را نشان می دهد)

Fig. 1. Flowering period and the percentage of opened flowers in apple genotypes in 2012 (the red bar shows the percentage of lateral flowers opened and the green bar shows the percentage of the king flowers opened. The numbers in each bar represent the cumulative percentage of flowering on that date)

ژنوتیپ	اسفند			فروردین									
	۲۵	۲۷	۲۹	۱	۳	۵	۷	۹	۱۱	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
	March									April			
Genotype	15	17	19	20	22	24	26	28	30	2	4	6	8
B-K-KH									0	40	92	100	
								0	15	89	100		
DO-P-SH		0	28	51	100								
		0	84	100									
GALA									0	35	100		
									0	100			
GO-N3							0	26	65	100			
					0	20	37	70	100				
GOLDEN								0	4	50	88	100	
								0	44	56	100		
H1_SH				0	30	68	85	100					
				0	67	84	97	100					
KH-1		0	39	71	88	100							
		0	82	100									
M-N10					0	1	11	85	96	100			
					0	33	60	106					
M-N8					0	6	24	81	100				
				0	31	69	92	100					
MD-N2		0	2	20	74	100							
		0	62	100									
ME5								0	14	67	100		
								0	60	100			
S-O-G							0	2	34	89	100		
							0	44	78	100			
SBA							0	19	26	95	100		
							0	33	44	100			
SH-R		0	7	71	89	100							
		0	88	100									
SSB						0	6	67	90	100			
					0	5	52	100					
T-R1		0	5	23	68	94	100						
		0	25	76	97	100							
T5						0	3	54	76	100			
				0	28	45	59	90	97	100			

شکل ۲- طول دوره گلدهی و درصد گل های باز شده در ژنوتیپ های سیب در سال ۱۳۹۲ (نوار قرمز رنگ درصد باز شدن گل های جانبی و نوار سبز رنگ درصد باز شدن شاه‌گل را نشان می دهد. اعداد در هر نوار درصد گلدهی تجمعی در آن تاریخ را نشان می دهد).

Fig. 2. Flowering period and the percentage of opened flowers in apple genotypes in 2013 (the red bar shows the percentage of lateral flowers opened and the green bar shows the percentage of the king flowers opened. The numbers in each bar represent the cumulative percentage of flowering on that date)

با توجه به اطلاعات ارائه شده در شکل های ۱ و ۲، بیشتر ژنوتیپ‌ها در مرحله گلدهی تا حدودی هم پوشانی داشتند. در سال اول آزمایش، ژنوتیپ های SH-R و T-R1 زودگل تر بودند و با هم هم پوشانی خوبی را نشان دادند. در مقابل ژنوتیپ های B-K-Kh، SBA و T5 دیر گل تر از سایر ژنوتیپ ها و از نظر دوره گل دهی نیز با هم هم پوشانی خوبی داشتند. سایر ژنوتیپ ها میان گل بوده و پوشش نسبی را برای یکدیگر ایجاد کردند. در سال دوم آزمایش نیز ژنوتیپ‌های DO-P-SH، KH1، MD-N2، SH-R و TR1 با هم، ژنوتیپ‌های M-N10 و M-N8 با یکدیگر، ژنوتیپ‌های B-K-KH و GALA و نیز

ژنوتیپ‌های گلدن دلیشز و ME5 نیز با یکدیگر هم پوشانی داشتند. ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد بررسی از نظر زمان شروع گلدهی درطی دو سال تفاوت قابل توجهی را نشان دادند، به طوری که ۱۵ روز تفاوت در بین ژنوتیپ ها در مان شروع گلدهی دیده شد (شکل ۱و ۲).

سرمای بهاره یک عامل عمده محدود کننده در مناطق معتدل برای درختان میوه خزان کننده است و این عامل در تغییرات سال به سال بر عملکرد آنها بسیار موثر است. با توجه به اینکه درختان میوه خزان کننده بیشترین حساسیت به آسیب سرما را در مرحله تمام گل دارند، با انتخاب ارقام دیر گل تر می‌توان از این آسیب تا حدود زیادی پیشگیری کرد. در این بررسی ژنوتیپ‌های T5 و B-K-KH در سال ۱۳۹۱ با اختلاف شش روز دیر گل تر از سایر ژنوتیپ ها بودند. در حالیکه دیرگل ترین ژنوتیپ ها در سال ۱۳۹۲ با اختلاف ۱۳روز دو ژنوتیپ B-K-KH و ME5 بودند. گزارش بررسی فنولوژی گلدهی در ۱۰۸ رقم سیب بومی و وارداتی و گروه‌بندی آن‌ها در سال ۱۳۸۷ نشان داد رقم خیلی زودگل قندک کاشان (شروع گلدهی نهم فروردین) و خیلی دیرگل با اختلاف ۲۳ روز از رقم زودگل رقم رد اسپور کوپر(شروع گلدهی اول اردیبهشت) بود (Hajnajari *et al.*, 2011). بر اساس همین گزارش زمان شروع گلدهی ارقام داخلی دیر گل تاریخ ۲۶ فروردین بود.

برای تعیین ترکیب ارقام سیب برای کاشت در یک منطقه، یکی از ضروریات همزمانی گلدهی آنها می باشد. بدین منظور داده های مربوط به شروع گلدهی و طول دوره گلدهی اطلاعات کاربردی برای تعیین ترکیب کاشت ارقام در هر منطقه را فراهم می کند. البته بررسی این خصوصیات در دو یا چند سال ضروری و می تواند نوسانات گل دهی را از سالی به سال دیگر نیز نشان دهد. در این پژوهش تفاوت در زمان شروع گلدهی ژنوتیپ های سیب در سال اول کمتر و حدود شش روز بود. در حالی که در سال دوم ژنوتیپ‌ها حدود ۱۵ روز در زمان شروع گلدهی تفاوت داشتند. طول دوره گلدهی در هر دو سال بین ۶ تا ۱۰ روز متغیر بود. هم‌پوشانی بین ژنوتیپ‌های زودگل و میان‌گل و همچنین بین ژنوتیپ های میان‌گل و دیرگل در هر دو سال تا حدودی وجود داشت، امّا هم پوشانی گلدهی بین ژنوتیپ‌های زودگل و دیرگل دیده نشد.

بررسی درصد ریزش میوه قبل از برداشت

مقایسه میانگین‌های درصد ریزش میوه قبل از برداشت در ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد سیب مورد بررسی در سال دوم نشان داد که ریزش میوه یک ماه قبل از برداشت که معمولاً تحت عنوان سیب صنعتی یا درجه سه نامیده می شود، تفاوت قابل توجهی بین ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد وجود داشت (جدول ۱). به طوری که ژنوتیپ T5 با میانگین ۳/۴ درصد حداقل و ژنوتیپ KH-1 با میانگین ۴۳ درصد بیشترین میزان ریزش میوه قبل از برداشت را نشان دادند.

ژنوتیپ M-N8 و گالا نیز با حدود ۱۲ درصد ریزش در گروه ژنوتیپ های با ریزش کم دسته بندی شدند. همانگونه که قبلاً ذکر شد میزان ریزش در حال حاضر یکی از معضلات مهم تولید محصول سیب در ایران است. بر اساس گزارشات غیررسمی، ریزش سیب (قبل و پس از برداشت) در بعضی سال ها تا بیش از ۳۰-۲۵ درصد است. البته بخشی از این مقدار در صنایع فرآوری مورد استفاده قرار می گیرد. پژوهش در جهت کاهش این ریزش باعث می شود تا کارایی عملکرد افزایش یافته و بهره وری افزایش معنی‌داری یابد.بنابراین داده های مربوط به ریزش میوه هم در جهت مدیریت بهینه تولید میوه ارقام سیب تجاری موجود و هم برای انتخاب ارقام برتر جدید مهم است و باید مورد توجه قرار گیرد.

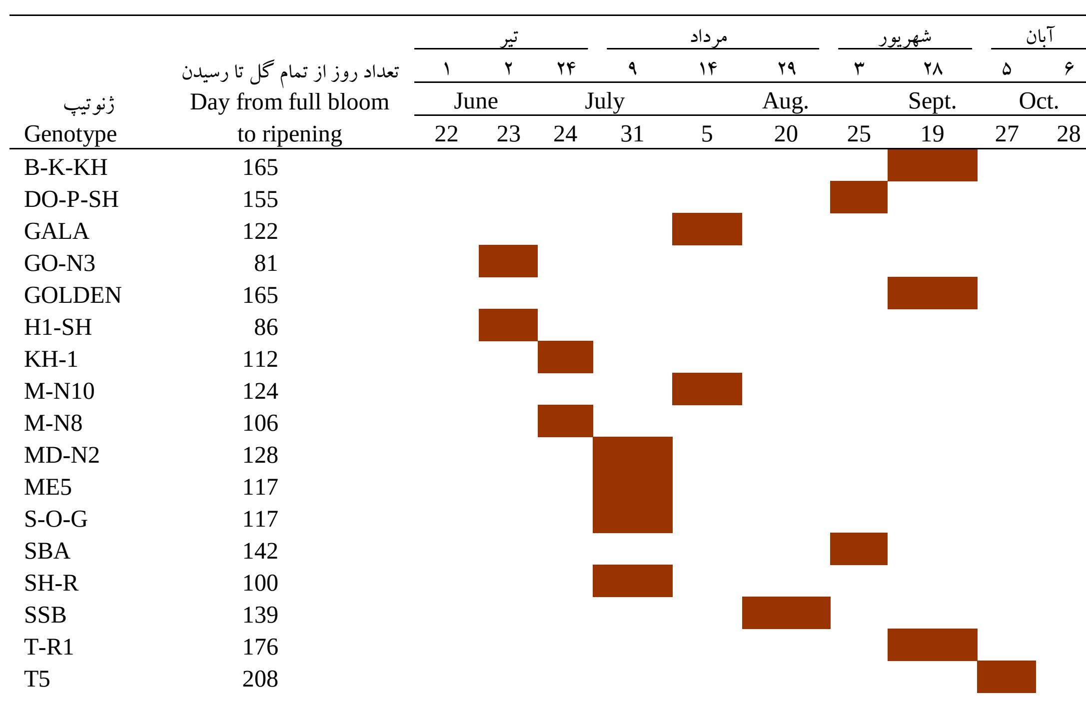
جدول۱- میانگین درصد ریزش میوه قبل از برداشت ژنوتیپ‌های سیب

Table 1. Mean of before harvest fruit drop (%) of apple genotypes

	خرداد		تیر			مرداد			شهریور			مهر			آبان	
	۱۲	۲۲	۱	۱۲	۲۲	۲	۱۲	۲۲	۲	۱۲	۲۲	۲	۱۲	۲۲	۲	
ژنوتیپ	June			July			Aug.			Sept.			Oct.			میانگین
Genotype	2	12	22	3	13	24	3	13	24	3	13	24	4	14	24	Mean
GO-N3	0.7	1.8	6.3													8.8
H1-SH	4.1	5.6	10.6													20.3
KH-1			18.6	11.2	13.1											43.0
M-N8			2.0	4.9	5.1											11.9
GALA				1.1	1.1	9.9										12.2
M-N10				1.2	9.5	17.2										27.9
MD-N2				1.5	9.1	9.3										20.0
ME5				7.8	11.9	2.5										22.2
S-O-G				17.3	3.7	7.0										28.0
SH-R				4.3	23.6	9.0										37.0
SSB						9.1	1.6	8.7								19.4
DO-P-SH							9.9	8.8	8.4							27.1
SBA							11.5	3.1	5.3							20.0
B-K-KH									1.3	11.4	1.8					14.6
GOLDEN									4.7	10.5	6.8					22.0
T-R1									6.6	6.1	6.3					19.0
T5													1.4	1.2	0.8	3.4
میانگین کلی Overall mean																20.99

تعداد روز از تمام گل تا رسیدن و تاریخ برداشت میوه ژنوتیپ‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. از نظر رسیدن، ژنوتیپ‌ها دارای تنوع زیادی بودند به طوری که این تنوع در بین ژنوتیپ‌های زودرس GO-N3 و H1-SH با زمان رسیدن اوایل تیر تا ژنوتیپ دیررس T5 با زمان برداشت در هفته اول آبان مشاهده شد (شکل ۳). رقم گالا و ژنوتیپ M-N10 نیز با زمان رسیدن نیمه مرداد جزو ارقام میان رس بودند. حدود ۹۰-۸۵ درصد تولید محصول سیب کشور را ارقام دیررس گلدن دلیشز و رد دلیشز تشکیل می دهند. این ارقام از یک طرف باید در یک دوره محدود برداشت شوند و مشکل مربوط به برداشت دارند، از طرف دیگر هزینه های

نگهداری در یک دوره طولانی را قبل از عرضه به بازار تحمیل می نمایند. با توجه به مقدار بالای تولید در مقطع زمانی کوتاه معمولاً قیمت محصول تولیدی نیز پایین بوده و کوچکترین تحولی در بازار می تواند به شدت باعث کاهش قیمت و لطمه به زنجیره تولید سیب شود. بنابراین معرفی ارقام زودرس و میان رس سیب یکی از راهکارهای عملی گذر از چالش های فوق می باشد. معرفی ارقام زودرس و میان رس سیب تجاری می تواند این شکاف را پرنموده و از هزینه های نگهداری پس از برداشت و از زیان ناشی از نوسانات قیمت در بازار بکاهد.



شکل ۳- تعداد روز از تمام گل تا رسیدن و زمان برداشت در ژنوتیپ های سیب در سال ۱۳۹۲

Fig. 3. Number of days from the full bloom to the ripening and harvest time of apple genotypes and cultivars in 2013

بررسی خصوصیات میوه

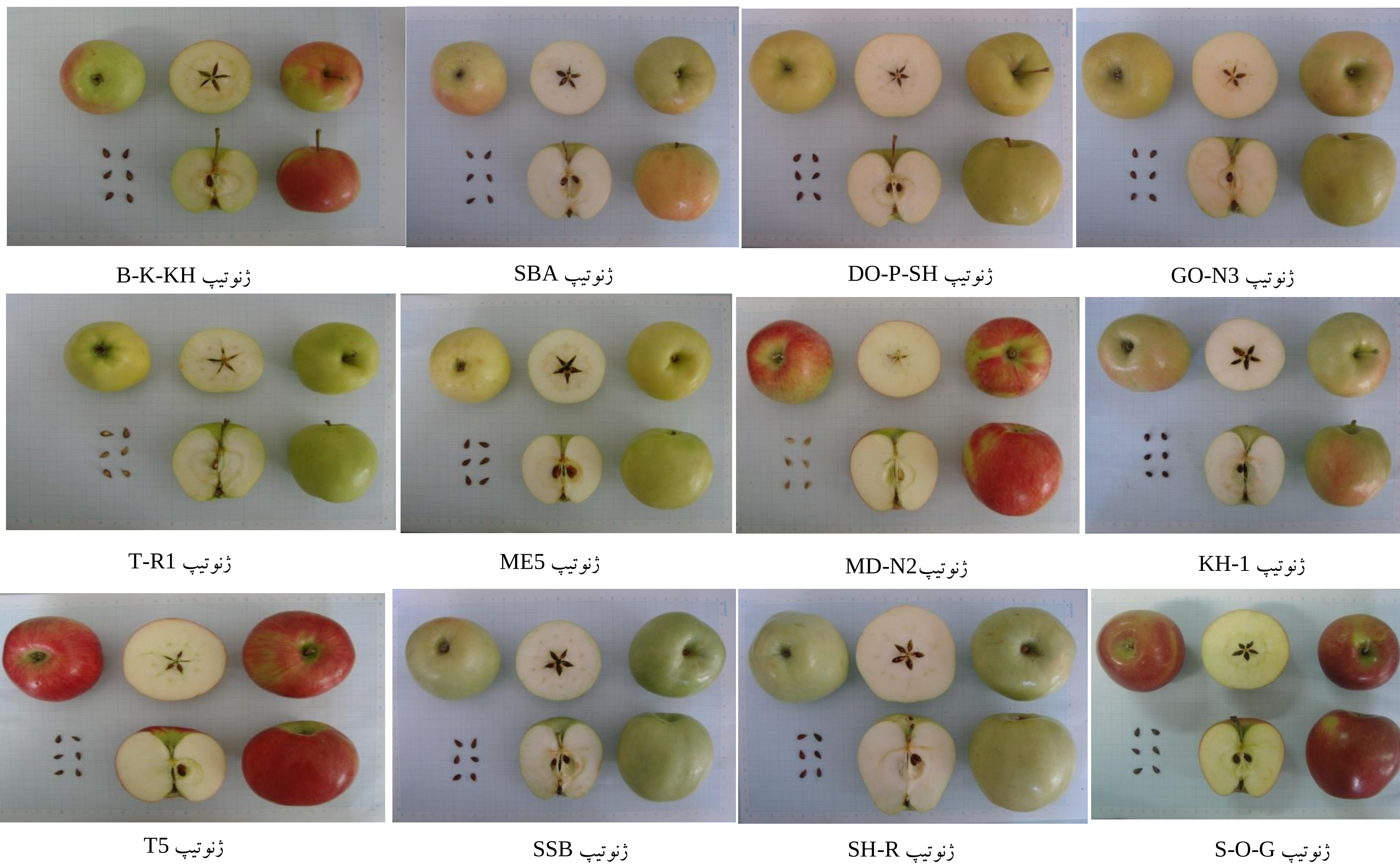
مقایسه میانگین صفات وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، طول دم میوه و سفتی بافت میوه در جدول ۲ و عکس میوه آنها در شکل های ۴ و ۵ ارائه شده است. ژنوتیپ SSB دارای بیشترین وزن میوه، طول میوه و سفتی بافت میوه به ترتیب با ۲۰۴/۴۶ گرم، ۷/۵۵ سانتی‌متر و ۵/۱۴ کیلوگرم برسانتی‌متر مربع بود. ژنوتیپ GO-N3 با میانگین‌های ۷۱/۱۲ گرم، ۴/۸۱سانتی متر و ۳/۰۸کیلوگرم برسانتی‌متر مربع دارای کمترین مقدار صفات بود. بیشترین قطر میوه مربوط به ژنوتیپ SSB با میانگین ۷/۷۷ سانتی‌متر و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ KH-1 با میانگین ۵/۵۲ سانتی‌متر بود. بیشترین و کمترین طول دم

میـوه بـه ترتیـب بـا میانگین‌هـای ۲/۹۸ و ۰/۶۸ سـانتی‌متر بـه ژنوتیپ‌هـای SBA و ME5 تعلـق داشت. بر اساس اطلاعات جدول ۴ تفـاوت بـین دو سال برای وزن میوه، طول میـوه و قطـر میـوه قابل ملاحظه نبود، اما در مـورد طـول دم میـوه و سـفتی بافـت تفـاوت هـا زیـاد بـود. آتشـکار و همکاران (Atashkar *et al*., 2021) بزرگتـرین اندازه میوه را بـرای ژنوتیـپ DAT1 بـا ۲۱۱/۸۰ گـرم و کـوچکترین میـوه هـا را بـرای گـلاب اصـفهان و گـلاب کهنـز بـه ترتیـب بـا ۷۵/۵۰ و ۶۹/۵۵ گرم گـزارش کردنـد. در پـژوهش آنـان سفتی بافت رقـم Gala پیونـد شـده روی M9 و

جدول۲- میانگین (± اشتباه معیار) خصوصیات پومولوژیکی ژنوتیپ‌های سیب

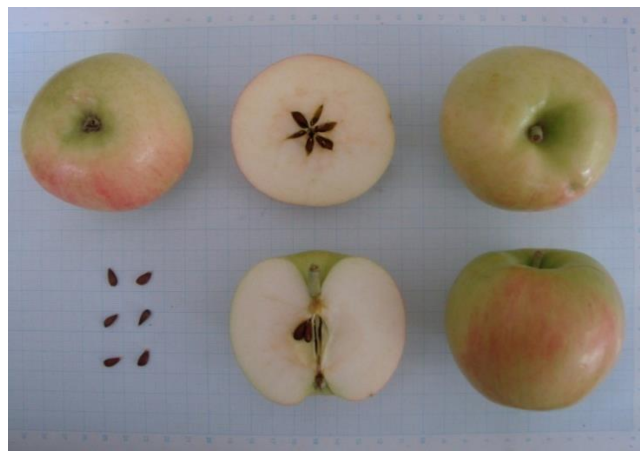
Table 2. Mean (± standard error) of pomological characteristics of apple genotypes

ژنوتیپ Genotype	وزن میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتی متر) Fruit height (cm)	قطر میوه (سانی متر) Fruit diameter (cm)	طول دم میوه (سانتی متر) Fruit stalk length (cm)	سفتی بافت میوه (کیلوگرم بر سانتی متر مربع) Flesh Firmness (kg cm^{-2})
SSB	208.19 ± 3.14	7.55 ± 0.05	7.77 ± 0.05	1.09 ± 0.03	5.14 ± 0.05
B-K-KH	199.38 ± 0.88	6.85 ± 0.02	7.69 ± 0.02	1.67 ± 0.02	4.40 ± 0.02
SBA	175.51 ± 2.19	6.27 ± 0.03	7.66 ± 1.22	2.92 ± 0.02	4.01 ± 0.04
Golden	174.78 ± 1.96	6.69 ± 0.02	7.28 ± 0.03	1.88 ± 0.02	3.96 ± 0.03
T5	148.98 ± 3.22	6.29 ± 0.04	6.77 ± 0.04	1.38 ± 0.03	4.75 ± 0.04
Gala	142.48 ± 0.93	5.99 ± 0.02	7.25 ± 0.02	2.47 ± 0.02	3.95 ± 0.02
SH-R	141.15 ± 1.19	6.66 ± 0.03	7.21 ± 0.02	0.75 ± 0.01	4.27 ± 0.02
M-N10	140.07 ± 1.24	6.24 ± 0.02	7.26 ± 0.02	1.23 ± 0.01	4.10 ± 0.02
S-O-G	137.00 ± 0.86	6.25 ± 0.02	7.27 ± 0.02	1.17 ± 0.01	4.10 ± 0.02
ME5	129.31 ± 1.06	5.82 ± 0.02	6.77 ± 0.02	0.68 ± 0.01	4.97 ± 0.02
DO-P-SH	115.55 ± 0.82	6.09 ± 0.02	6.59 ± 0.02	2.67 ± 0.03	3.60 ± 0.03
T-R1	112.38 ± 0.64	6.12 ± 0.02	6.56 ± 0.02	2.32 ± 0.01	3.63 ± 0.01
M-N8	109.87 ± 0.63	5.85 ± 0.02	6.75 ± 0.01	1.52 ± 0.02	4.00 ± 0.03
H1-SH	106.20 ± 0.74	5.74 ± 0.01	6.55 ± 0.02	1.70 ± 0.02	3.38 ± 0.03
MD-N2	97.07 ± 0.74	5.35 ± 0.02	6.10 ± 0.02	1.29 ± 0.01	4.38 ± 0.02
KH-1	83.79 ± 0.63	5.37 ± 0.02	5.52 ± 0.02	1.96 ± 0.03	4.51 ± 0.03
GO-N3	71.12 ± 0.49	4.81 ± 0.01	5.62 ± 0.01	1.92 ± 0.02	3.08 ± 0.04



شکل ۴. عکس های میوه ۱۲ ژنوتیپ امیدبخش سیب

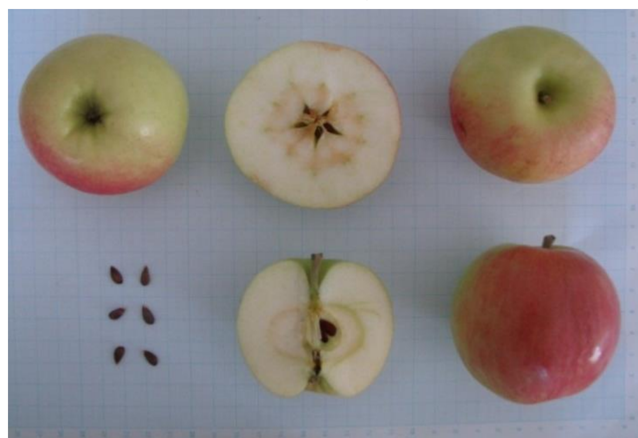
Fig. 4. Photos of fruits of 12 promising apple genotypes



ژنوتیپ M-N10



ژنوتیپ H1-SH



ژنوتیپ M-N8

شکل ۵. عکس های میوه سه ژنوتیپ امیدبخش M-N10، H1-SH و M-N8 که در سال ۱۴۰۰ به عنوان ارقام جدید سیب معرفی شدند

Fig 5. Photos of fruits of three promising genotypes M-N10, H1-SH, M-N8 which were released as new apple cultivars in 2021

DAT1 روی MM106 به ترتیب ۵/۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و ۳/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع گزارش شده است که با یافته های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

ارزیابی آزمون حسی میوه

مقایسه میانگین صفات عطر میوه، طعم میوه، شیرینی میوه، ترشی میوه، مطلوبیت بافت میوه و قابلیت پذیرش کلی در ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که در آزمون حسی انجام شده ژنوتیپ M-N10 از لحاظ عطر میوه (۸۱)، طعم میوه (۸۴)، بافت میوه (۸۵/۵۰) و قابلیت پذیرش کلی (۸۴) دارای بالاترین ارزش بود و نسبت به سایر ارقام کیفیت مطلوب‌تری داشت. ژنوتیپ T5 کمترین میزان عطر میوه، شیرینی میوه و قابلیت پذیرش کلی را به ترتیب با میانگین‌های ۴۶/۵۰، ۳۶/۵۰ و ۶۱/۵۰ درصد به خود اختصاص داد (جدول ۳).

کمترین درصد طعم میوه مربوط به ژنوتیپ‌های T5، SSB و MD-N2 بود. کمترین مطلوبیت بافت میوه مربوط به ژنوتیپ SH-R با میانگین ۶۱/۵۰ درصد بود. ژنوتیپ M-N10 با میانگین ۷۴ درصد دارای بیشترین درصد شیرینی در بافت میوه بود که مشابه رقم "گلدن دلشیز" بود. در مقابل ژنوتیپ T5 با میانگین ۳۶/۵۰ درصد دارای کمترین درصد شیرینی در بافت میوه بود. بیشترین میزان ترشی بافت میوه مربوط به ژنوتیپ T5 با میانگین ۶۷/۵۰ درصد و کمترین میزان آن به ژنوتیپ B-K-KH با میانگین چهار درصد تعلق داشت (جدول ۳).

بر اساس اطلاعات جدول ۴، در دو سال آزمایش برای صفات عطر میوه، ترشی میوه، شیرینی میوه و بافت میوه تفاوت زیادی مشاهده نشد، امّا بر صفات طعم میوه و قابلیت پذیرش کلی میوه تفاوت قابل ملاحظه ای وجود داشت. به طوری که در سال اول آزمایش طعم میوه و قابلیت پذیرش کلی نسبت به سال دوم بهتر بود. به طور کلی طعم و مزه سیب بر اساس ترش (اسیدیته) و شیرین بودن تعریف می‌شود. به هر حال صرف نظر از عطر میوه تناسب بین دو مزه ترش و شیرین معمولا ملاک اولیه بازار پسندی میوه قرار می گیرد. طعم میوه و دیگر خصوصیات داخلی آن از عواملی هستند که در گزینش و عادت خرید مصرف کنندگان دارای نقش تعیین کننده و مهمی هستند (Miller *et al*., 2005). استفاده از آزمون پانل یکی از روش های گزینش ژنوتیپ های امیدبخش در درختان میوه دانه دار و هسته دار می باشد. دامیار و همکاران (Damyar *et al*., 2021) بالاترین امتیاز از نظر بافت میوه را در ژنوتیپ های KA2 و M-N10 به همراه رقم شاهد رد دلیشز یافتند. در این بررسی بالاترین عطر میوه به ژنوتیپ های GO6 و YA8 و بالاترین شیرینی مربوط به ژنوتیپ BIG بود (جدول ۴).

جدول ۳. میانگین (± اشتباه معیار) خصوصیات حسی میوه ژنوتیپ‌های سیب

Table 3. Mean (± standard error) of fruit organoleptic characteristics of apple genotypes

ژنوتیپ Genotype	عطر میوه (٪) Fruit aroma (%)	طعم میوه (٪) Fruit flavor (%)	شیرینی میوه (٪) Fruit sweetness (%)	ترشی میوه (٪) Fruit acidity (%)	بافت میوه (٪) Fruit texture (%)	قابلیت پذیرش کلی میوه (٪) Fruit overall acceptability (%)
M-N10	81.00 ± 0.70	84.00 ± 0.88	74.00 ± 0.57	38.00 ± 1.80	85.50 ± 0.55	84.00 ± 0.94
GO-N3	78.00 ± 0.75	76.50 ± 0.88	66.50 ± 0.94	13.00 ± 0.95	74.50 ± 1.95	80.00 ± 1.03
DO-P-SH	73.50 ± 2.14	70.50 ± 1.07	73.50 ± 0.82	7.50 ± 0.54	77.50 ± 1.42	74.00 ± 1.15
H1-SH	73.00 ± 1.36	73.00 ± 1.16	72.50 ± 0.89	22.50 ± 1.18	69.50 ± 0.60	72.00 ± 0.59
M-N8	72.00 ± 0.92	74.50 ± 0.90	58.00 ± 0.89	15.00 ± 0.85	72.00 ± 0.82	75.50 ± 0.69
Gala	69.00 ± 0.97	78.00 ± 0.79	71.00 ± 0.61	28.00 ± 1.67	78.50 ± 0.82	80.00 ± 0.78
T-R1	66.50 ± 0.53	79.00 ± 0.77	71.00 ± 0.66	6.00 ± 0.52	78.50 ± 0.75	79.50 ± 0.64
SBA	64.50 ± 0.96	66.00 ± 0.88	62.50 ± 1.18	49.50 ± 0.55	68.00 ± 0.67	70.50 ± 0.93
Golden	59.50 ± 0.64	50.00 ± 0.70	72.50 ± 0.55	7.00 ± 0.67	78.00 ± 0.54	75.50 ± 0.50
S-O-G	59.00 ± 1.90	60.50 ± 0.76	57.00 ± 0.95	36.50 ± 1.73	71.00 ± 1.47	66.00 ± 0.88
B-K-KH	58.50 ± 0.63	62.00 ± 0.75	68.50 ± 0.58	4.00 ± 0.52	74.00 ± 0.66	72.50 ± 0.59
ME5	56.50 ± 0.53	62.50 ± 0.82	68.00 ± 0.48	47.00 ± 0.48	75.50 ± 0.55	69.00 ± 0.52
MD-N2	56.00 ± 1.10	50.00 ± 0.79	62.50 ± 1.03	21.00 ± 1.20	64.00 ± 1.07	62.00 ± 1.03
SH-R	54.00 ± 0.74	63.00 ± 1.06	52.00 ± 0.98	39.50 ± 1.19	61.50 ± 1.31	63.50 ± 1.16
SSB	52.00 ± 0.63	57.50 ± 0.63	72.50 ± 0.49	55.50 ± 0.69	66.00 ± 1.15	62.00 ± 0.89
KH-1	51.00 ± 1.49	68.00 ± 0.98	57.00 ± 0.71	22.00 ± 1.14	76.50 ± 0.85	69.50 ± 0.69
T5	46.50 ± 0.53	54.50 ± 0.72	36.50 ± 1.27	67.50 ± 0.63	74.00 ± 1.20	61.50 ± 1.03

جدول۴. میانگین خصوصیات حسی ژنوتیپ‌های سیب در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲
Table 4. Mean comparison of fruit organoleptic characteristics in 2012 and 2013

سال Year	عطر میوه (٪) Fruit aroma (%)	طعم میوه (٪) Fruit flavor (%)	شیرینی میوه (٪) Fruit sweetness (%)	ترشی میوه (٪) Fruit acidity (%)	بافت میوه (٪) Fruit texture (%)	قابلیت پذیرش کلی میوه (٪) Fruit overall acceptability (%)
2012	62.70	65.70	63.23	27.35	72.11	69.94
2013	63.23	69.05	63.00	29.05	74.29	73.23

ضرایب همبستگی بین صفات عطر میوه، طعم میوه، شیرینی میوه، ترشی میوه، بافت میوه، قابلیت پذیرش کلی ژنوتیپ های سیب مورد بررسی در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین عطر میوه و صفاتی از جمله طعم میوه، شیرینی و قابلیت پذیرش کلی همبستگی مثبت ولی با صفات ترشی و سفتی بافت میوه همبستگی معنی داری وجود نداشت (جدول ۵). طعم میوه با بافت و قابلیت پذیرش کلی همبستگی مثبت داشت و شیرینی میوه با ترشی همبستگی منفی و با قابلیت پذیرش کلی همبستگی مثبت داشت. بین ترشی میوه و قابلیت پذیرش کلی همبستگی منفی و بین بافت میوه و قابلیت پذیرش کلی همبستگی مثبت مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین خصوصیات حسی ژنوتیپ های سیب
Table 5. Correlation coefficients between fruit organoleptic characteristics of apple genotypes.

Trait	صفت	عطر میوه Fruit aroma	طعم میوه Fruit flavor	شیرینی میوه Fruit sweetness	ترشی میوه Fruit acidity	بافت میوه Fruit texture
Fruit flavor	طعم میوه	0.852**				
Fruit sweetness	شیرینی میوه	0.557*	0.433			
Fruit acidity	ترشی میوه	-0.466	-0.386	-0.502*		
Fruit texture	بافت میوه	0.457	0.573*	0.362	-0.284	
Fruit overall acceptability	قابلیت پذیرش کلی میوه	0.831**	0.876**	0.583*	-0.546*	0.766**

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که بین ژنوتیپ‌های سیب مورد بررسی و ارزیابی به لحاظ فنولوژیکی تنوع قابل توجهی وجود داشت. ژنوتیپ های مورد مطالعه دارای دامنه گلدهی از زودگل تا دیر گل بودند. زمان

شروع گلدهی ژنوتیپ ها در دو سال آزمایش متفاوت بود به طوری که ۱۵ روز تفاوت در زمان شروع گلدهی ژنوتیپ ها مشاهد شد. ترتیب زمان گلدهی ژنوتیپ ها تحت تاثیر سال قرار نگرفت. ژنوتیپ SH-R زودگل‌ترین و ژنوتیپ B-K-KH جزو دیرگل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. از نظر زمان رسیدن میوه نیز ژنوتیپ‌ها دارای تنوع زیادی بودند. ژنوتیپ‌های GO-N3 و H1-SH زودرس و ژنوتیپ T5 دیررس بودند. ژنوتیپ T5 کمترین میزان ریزش میوه قبل از برداشت و ژنوتیپKH-1 بیشترین میزان ریزش را داشت. رقم شاهد گلدن دلیشز تقریباً دارای ریزش متوسط بود.

صفات کمی و ویژگی های کیفیت میوه از شاخص های اصلی گزینش ارقام سیب به شمار می روند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ صفات و ویژگی های اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. در نهایت از بین ژنوتیپ های مورد بررسی:

الف) ژنوتیپ H1-SH با اندازه متوسط میوه، خصوصیات مطلوب چشایی و خصوصاً زودرسی آن.

ب) ژنوتیپ M-N10 به دلیل داشتن عطر و طعم بهتر و همچنین داشتن بافت مناسب و قابلیت پذیرش کلی بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها و ارقام شاهد ("گلدن دلیشز" و "گالا").

ج) ژنوتیپ M–N8 با توجه به میان رس بودن، اندازه میوه متوسط و طعم و عطر خوب، نسبتاً آبدار، دارای انبارمانی نسبتا خوب.

انتخاب شدند. ژنوتیپ های M-N10، M–N8 و H1-SH به ترتیب با نام های نیما، زاگرس و شمین به عنوان ارقام زودرس و میان رس سیب در سال ۱۴۰۰ معرفی شدند.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از مدیریت پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی برای فراهم کردن مواد گیاهی، سردخانه و آزمایشگاه و پشتیبانی از انجام این پژوهش سپاسگزاری می کنند.

References

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Hoseinpour, R., and Abdshah, H. 2020. Statistical yearbook of agriculture: Volume 3: Horticultural products. Information Technology and Communication Center, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 164 pp. (in Persian).

Alizadeh, A., Damyar, S., Hajnajari, H., Dastjerdi, R., and Mohammadrezaee, R. 2012. Preliminary evaluation of the vegetative and reproductive characteristics of the native apple germplasm. Research project report no. 41943 dated 06/09/1391. Seed

and Plant Improvement Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Karaj, Iran. 152 pp.

Atashkar, D., Pyrayesh, A., Dodangeh Balakhani, M., and Taghizadeh, A. 2021. Evaluation of vegetative and reproductive characteristics of DAT1 a mid-season apple compared to some apple cultivars grafted on different rootstocks. Journal of Crops Improvement 23 (1): 199-210.

Blažek, J., Paprštein, F., and Křelinová, J. 2015. Heritability of flowering time within apple progeny. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 51 (1): 23-28.

Damyar, S., Hassani, D., and Dastjerdi, R. 2018. Thirteen years collection and evaluation of local apple germplasm in Iran. Acta Horticulturae 1190: 35-40.

Damyar, S., Dastjerdia, R., Hassani, D., and Soleimani, A. 2021. Evaluation of local apple germplasm in Iran: study of sensory and physicochemical characteristics with emphasis on acceptability. Acta Horticulturae 1315: 581-588.

Danková, V., Šubrtová, M., Suran, P., and Zelený, L. 2021. Evaluation of internal quality of apple selections and cultivars bred in Holovousy. Acta Horticulturae 1307: 435-440.

FAO, 2022. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy.

Farrokhi, J., Darvishzadeh, R., Maleki, H. H., and Naseri, L. 2013. Evaluation of Iranian native apple (Malus × domestica Borkh) germplasm using biochemical and morphological characteristics. Agriculturae Conspectus Scientificus (Poljoprivredna Znanstvena Smotra), 78 (4): 307-313.

Hajnajari, H., Atashkar, D., Damyar, S., and Abbassi, H. 2011. Investigation of flowering phenology, ripening time, fruit set and pomological characteristics in 108 apple cultivars. Research project report no. 90/247 dated 16/03/1390. Seed and Plant Improvement Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Karaj, Iran. 801 pp.

Hajnajari, H., Chashnidel, B., Vahdati, K., Ebrahimi, M., Nabipour, A., and Fallahi, E. 2012. Heritability of morphological traits in apple early-ripening full-sib and half-sib offspring and its potential use for assisted selection. HortScience 47 (3): 328-333.

Hajnajari, H., Kohneshine Leily, H. and Bakhshi, D. 2019. Selection of promising early ripening progenies and assessment of earliness heritability in the breeding program of apple. Agriculturae Conspectus Scientificus (Poljoprivredna Znanstvena Smotra) 84 (3): 245-256.

Ikase, L., and Rubauskis, E. 2020. Evaluation of Estonian apple cultivars and hybrids in Latvia. Agronomy Research, 18 (Special Issue IV): 2701-2714.

Iwanami, H., Moriya, S., Kotoda, N., Takahashi, S., and Abe, K. 2008. Estimations of heritability and breeding value for postharvest fruit softening in apple. Journal of the American Society for Horticultural Science 133 (1): 92-99.

Janick, J., Cummins, J., Brown, S., and Hemmat, M. 1996. Apples. Fruit Breeding 1: 1-77.

Liu, J., Li, H., Dang, M., Yang, H., and Zhao, Z. 2019. Analysis of aroma components in fruit of the new apple cultivar 'Ruixue' and several common cultivars. Journal of Fruit Science 36 (5): 590-602.

Mariano, L. C., Zchonski, F. L., Silva, C. M. D., and Da-Silva, P. R. 2019. Genetic variability in a Brazilian apple germplasm collection with low chilling requirements. PeerJ 7 (6265): e6265. DOI: 10.7717/peerj.6265

Miller, S. S., McNew, R. W., Barritt, B. H., Berkett, L., Brown, S. K., Cline, J. A., and Stover, E. 2005. Effect of cultivar and site on fruit quality as demonstrated by the NE-183 regional project on apple cultivars. HortTechnology 15 (4): 886-895.

Nie, J., Wu, Y., Li, H., Wang, K., Li, J., Li, Z., and Xu, G. 2013. Suitability evaluation of apple cultivars for fresh juice-processing. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering 29 (17): 271-278.

Redalen, G. 1987. Quality assessment of apple cultivars and selections. Fruit Breeding 224: 441-448.

Roberts, G., and Spadafora, N. D. 2020. Analysis of apple flavours: the use of volatile organic compounds to address cultivar differences and the correlation between consumer appreciation and aroma profiling. Journal of Food Quality 2020 (3): 1-7.

Sun, Y, Song, L., Zhao, L., Zhang, X., Liu, D., Zhao, J., Liu, X., and Tang, Y. 2022. Breeding of a new early-ripening, yellow and bagging-free apple cultivar Yanxiangyu. Journal of Fruit Science 39 (3): 499-501.

Tancred, S. J., Zeppa, A. G., Cooper, M., and Stringer, J. K. 1995. Heritability and patterns of inheritance of the ripening date of apples. HortScience 30 (2): 325-328.

Zhao, L., Liu, H., An, L., Lu, M., and Zhang, D. 2018. A new apple cultivar 'Zaofu 1'. Acta Horticulturae Sinica 45 (7): 1415-1416.